

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-240297

(43)Date of publication of application : 28.08.2002

(51)Int.Cl.

B41J 2/16  
B41J 2/045  
B41J 2/055

(21)Application number : 2001-037674

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 14.02.2001

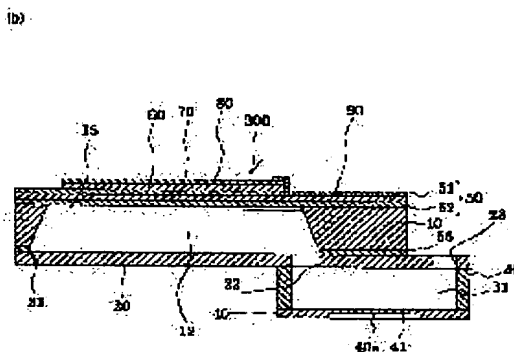
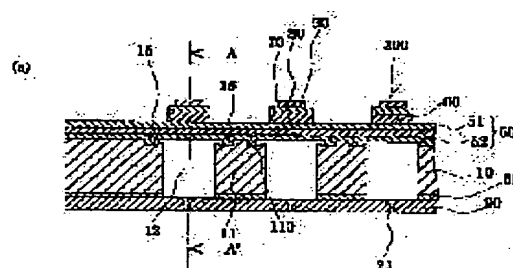
(72)Inventor : TAKAHASHI TETSUJI

## (54) INK-JET RECORDING HEAD, ITS MANUFACTURING METHOD AND INK-JET RECORDER

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an ink-jet recording head, its manufacturing method and an ink-jet recorder whereby highly reliable piezoelectric elements are provided, and ink discharge characteristics and stability are improved.

SOLUTION: The ink-jet recording head is provided with a channel formation substrate 10 comprising a silicon single crystal substrate where pressure generation chambers 12 communicating with nozzle openings 21 are defined, and piezoelectric elements 300 each comprised of a lower electrode 60, a piezoelectric layer 70 and an upper electrode 80 via a diaphragm 50 set to the side of one face of the channel formation substrate 10. A wide part 15 having a large breadth over a longitudinal direction is set to the side of the diaphragm of the pressure generation chamber 12. Groove parts 16 are formed over the longitudinal direction of the wide part 15 to both sides in a breadth direction of the wide part 15 of the channel formation substrate 10. Moreover, an etching stop layer 110 is set for regulating etching in the breadth direction of the pressure generation chamber 12 by defining a side face in the breadth direction of the wide part 15 inside the groove part 16.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 23.07.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 10.11.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3661775

[Date of registration] 01.04.2005

[Number of appeal against examiner's decision] 2004-25329

\* NOTICES \*

JPO and NCIP I are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The passage formation substrate which consists of a silicon single crystal substrate with which the pressure generating room which is open for free passage to a nozzle orifice was formed, In the ink jet type recording head possessing the piezoelectric device of this passage formation substrate which is from a bottom electrode, a piezo electric crystal layer, and a top electrode on a field side through a diaphragm on the other hand While covering a longitudinal direction, preparing width-of-face Hirobe with wide width of face in said diaphragm side of said pressure generating room, covering the crosswise both sides of said width-of-face Hirobe of said passage formation substrate at the longitudinal direction of the width-of-face Hirobe concerned and having a slot The ink jet type recording head characterized by preparing the etching stop layer which forms the crosswise side face of said width-of-face Hirobe in this slot, and regulates etching of the cross direction of said pressure generating room.

[Claim 2] The ink jet type recording head characterized by said etching stop layer having insulation in claim 1.

[Claim 3] The ink jet type recording head characterized by forming said etching stop layer with the same ingredient as said some of diaphragms in claim 1 or 2.

[Claim 4] The ink jet type recording head characterized by setting they being [ any of claims 1-3 ], and said etching stop layer consisting of silicon oxide.

[Claim 5] The ink jet type recording head characterized by setting they being [ any of claims 1-4 ], and the thickness of said etching stop layer being narrower than twice, and forming the width of face of said slot.

[Claim 6] The ink jet type recording head which sets they to be [ any of claims 1-5 ], and is characterized by the thing of said pressure generating room for which said diaphragm side is formed of anisotropy dry etching at least.

[Claim 7] The ink jet type recording device characterized by providing which ink jet type recording head of claims 1-6.

[Claim 8] The passage formation substrate which consists of a silicon single crystal substrate with which the pressure generating room which is open for free passage to a nozzle orifice is formed, In the manufacture approach of an ink jet type recording head of having the piezoelectric device which consists of the bottom electrode which consists of a thin film of this passage formation substrate formed in the field side by membrane formation and the lithography method through the diaphragm on the other hand, a piezo electric crystal layer, and a top electrode The process which covers a longitudinal direction and forms a slot in the crosswise both sides of the field where said pressure generating room is formed in a field on the other hand of said passage formation substrate, The process which forms the etching stop layer which regulates etching of said passage formation substrate in this slot, Said diaphragm is minded in the one direction of said passage formation substrate. Said bottom electrode, a piezo electric crystal layer, and a top electrode one by one A laminating and the process which carries out patterning and forms said piezoelectric device, The manufacture approach of the ink jet type recording head characterized by having the process of said passage formation substrate which removes until said etching stop layer exposes said diaphragm side by anisotropy dry etching at least, and forms said pressure

generating room.

[Claim 9] The manufacture approach of the ink jet type recording head characterized by forming said pressure generating room by performing anisotropy dry etching in claim 8 at the process which forms said pressure generating room after carrying out anisotropy wet etching of said passage formation substrate.

[Claim 10] The manufacture approach of the ink jet type recording head characterized by said etching stop layer having insulation in claim 8 or 9.

[Claim 11] The manufacture approach of the ink jet type recording head characterized by forming said etching stop layer with the same ingredient as said some of diaphragms in claims 8-10.

[Claim 12] The manufacture approach of the ink jet type recording head characterized by setting they being [ any of claims 8-11 ], and said etching stop layer consisting of silicon oxide.

[Claim 13] The manufacture approach of the ink jet type recording head characterized by setting they being [ any of claims 8-12 ], and the thickness of said etching stop layer being narrower than twice, and forming the width of face of the slot concerned at the process which forms said slot.

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention constitutes a part of nozzle orifice which carries out the regurgitation of the ink droplet, and pressure generating room open for free passage from a diaphragm, prepares a piezoelectric device through this diaphragm, and relates to an ink jet type recording device at the ink jet type recording head which makes an ink droplet breathe out with the variation rate of a piezoelectric device, and its manufacture approach list.

[0002]

[Description of the Prior Art] A part of nozzle orifice which carries out the regurgitation of the ink droplet, and pressure generating room open for free passage are constituted from a diaphragm, and two kinds are put in practical use by the ink jet type recording head which makes this diaphragm transform by the piezoelectric device, and the ink of a pressure generating room is pressurized [ recording head ], and makes an ink droplet breathe out from a nozzle orifice although the piezoelectric device used what used the electrostrictive actuator in the longitudinal-oscillation mode elongated and contracted, and the electrostrictive actuator in flexurally oscillating mode for shaft orientations.

[0003] The former can change the volume of a pressure generating room by making the end face of a piezoelectric device contact a diaphragm, and while the fabrication of the head suitable for high density printing is possible, a piezoelectric device is made in agreement with the array pitch of a nozzle orifice, the difficult process of carving in the shape of a ctenidium, and the activity which positions the piezoelectric device which was able to be carved in a pressure generating room, and is fixed are needed, and it has the problem that a production process is complicated.

[0004] On the other hand, the green sheet of piezoelectric material is stuck according to the configuration of a pressure generating room, a certain amount of area is needed for a diaphragm at the comparatively easy process of calcinating this, on the relation using flexural oscillation of what can fix a piezoelectric device, and the latter has the problem that a high density array is difficult.

[0005] On the other hand, that the inconvenience of the latter recording head should be canceled, what formed the piezoelectric device so that might continue on the surface of [ whole ] a diaphragm, a uniform piezoelectric-material layer might be formed with a membrane formation technique, this piezoelectric-material layer might be carved into the configuration corresponding to a pressure generating room by the lithography method and it might become independent for every pressure generating room is proposed so that JP,5-286131,A may see.

[0006] There is an advantage it not only can fix a piezoelectric device by the simple technique of the lithography method precisely, but that the activity which sticks a piezoelectric device on a diaphragm becomes unnecessary according to this, and can make thickness of a piezoelectric device thin and high-speed actuation is attained.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] With the piezoelectric device of a passage formation substrate, by performing anisotropic etching selectively, such a pressure generating room of an ink jet type recording head penetrates a passage formation substrate, and is formed until it

results [ from the field of an opposite hand ] in a diaphragm.

[0008] When this anisotropic etching is performed by the wet etching using an alkali water solution, there is a problem of this alkali water solution or an etching resultant penetrating a diaphragm at the terminal point of etching, and giving a damage to a piezoelectric device.

[0009] Moreover, when it etches by dry etching, the terminal point of etching does not become settled but there is a problem that control of the width of face by the side of the diaphragm of a pressure generating room is difficult, and cannot form a pressure generating room with high degree of accuracy.

[0010] Furthermore, in such an ink jet type recording head, in order to form a pressure generating room by etching after forming a piezoelectric device, the location by the side of the diaphragm of a pressure generating room is not stabilized by the variation in the plumbness of a pressure generating room. For this reason, a relative location precision of a piezoelectric device and a pressure generating room becomes low, and there is a problem that an ink regurgitation property and stability are low.

[0011] In view of such a situation, this invention makes it a technical problem to provide with an ink jet type recording device the ink jet type recording head which improved an ink regurgitation property and stability, and its manufacture approach list while being equipped with a reliable piezoelectric device.

[0012]

[A means to solve invention] The passage formation substrate which consists of a silicon single crystal substrate with which the pressure generating room which the 1st mode of this invention which solves the above-mentioned technical problem opens for free passage to a nozzle orifice was formed, In the ink jet type recording head possessing the piezoelectric device of this passage formation substrate which is from a bottom electrode, a piezo electric crystal layer, and a top electrode on a field side through a diaphragm on the other hand While covering a longitudinal direction, preparing width-of-face Hirobe with wide width of face in said diaphragm side of said pressure generating room, covering the crosswise both sides of said width-of-face Hirobe of said passage formation substrate at the longitudinal direction of the width-of-face Hirobe concerned and having a slot It is in the ink jet type recording head characterized by preparing the etching stop layer which forms the crosswise side face of said width-of-face Hirobe in this slot, and regulates etching of the cross direction of said pressure generating room.

[0013] In this 1st mode, an etching stop layer can prescribe easily and certainly the width of face of width-of-face Hirobe of a pressure generating room, and a pressure generating room can be formed in high degree of accuracy.

[0014] The 2nd mode of this invention is in the ink jet type recording head characterized by said etching stop layer having insulation in the 1st mode.

[0015] In this 2nd mode, the fault current to the ink of the pressure generating interior of a room can be prevented by using for an etching stop layer the member which has insulation.

[0016] The 3rd mode of this invention has said etching stop layer in the ink jet type recording head characterized by being formed by the same member as said some of diaphragms in the mode of the 1st or 2.

[0017] In this 3rd mode, a production process can be simplified by forming an etching stop layer at some diaphragms.

[0018] The 4th mode of this invention is in the ink jet type recording head characterized by said etching stop layer consisting of silicon oxide in which 1-3rd modes.

[0019] In this 4th mode, an etching stop layer can be formed easily and certainly.

[0020] the 5th mode of this invention -- which 1-4th voice -- it sets like and the width of face of said slot is in the ink jet type recording head characterized by the thickness of said etching stop layer being narrower than twice, and being formed.

[0021] In this 5th mode, an etching stop layer can be certainly formed in a slot.

[0022] The 6th mode of this invention is in the ink jet type recording head characterized by the thing of said pressure generating room for which said diaphragm side is formed of anisotropy dry etching at least in which 1-5th modes.

[0023] In this 6th mode, the damage to the piezoelectric device by the etching water solution and the etching resultant can be prevented certainly, and a pressure generating room can be formed in high degree of accuracy.

[0024] The 7th mode of this invention is in the ink jet type recording device characterized by providing the ink jet type recording head of which 1-6th modes.

[0025] In this 7th mode, the ink jet type recording device which improved the ink regurgitation property is realizable.

[0026] The passage formation substrate which consists of a silicon single crystal substrate with which the pressure generating room which the 8th mode of this invention opens for free passage to a nozzle orifice is formed, In the manufacture approach of an ink jet type recording head of having the piezoelectric device which consists of the bottom electrode which consists of a thin film of this passage formation substrate formed in the field side by membrane formation and the lithography method through the diaphragm on the other hand, a piezo electric crystal layer, and a top electrode The process which covers a longitudinal direction and forms a slot in the crosswise both sides of the field where said pressure generating room is formed in a field on the other hand of said passage formation substrate, The process which forms the etching stop layer which regulates etching of said passage formation substrate in this slot, Said diaphragm is minded in the one direction of said passage formation substrate. Said bottom electrode, a piezo electric crystal layer, and a top electrode one by one A laminating and the process which carries out patterning and forms said piezoelectric device, It is in the manufacture approach of the ink jet type recording head characterized by having the process of said passage formation substrate which removes until said etching stop layer exposes said diaphragm side by anisotropy dry etching at least, and forms said pressure generating room.

[0027] Etching of the cross direction by the side of the diaphragm of a pressure generating room can be easily controlled by this 8th mode, and a pressure generating room can be formed in high degree of accuracy in it.

[0028] In the 8th mode, at the process which forms said pressure generating room, the 9th mode of this invention is in the manufacture approach of the ink jet type recording head characterized by forming said pressure generating room by performing anisotropy dry etching, after carrying out anisotropy wet etching of said passage formation substrate.

[0029] In this 9th mode, by forming a pressure generating room by anisotropy wet etching and anisotropy dry etching, etching time can be shortened and a manufacturing cost can be reduced.

[0030] The 10th mode of this invention is in the manufacture approach of the ink jet type recording head characterized by said etching stop layer having insulation in the mode of the 8th or 9.

[0031] In this 10th mode, the fault current to the ink of the pressure generating interior of a room can be prevented by using for an etching stop layer the member which has insulation.

[0032] The 11th mode of this invention has said etching stop layer in the manufacture approach of the ink jet type recording head characterized by being formed with the same ingredient as said some of diaphragms in which 8-10th modes.

[0033] In this 11th mode, a production process can be simplified by forming an etching stop layer with the same ingredient as some diaphragms.

[0034] The 12th mode of this invention is in the manufacture approach of the ink jet type recording head characterized by said etching stop layer consisting of silicon oxide in which 8-11th modes.

[0035] In this 12th mode, an etching stop layer can be formed easily and certainly.

[0036] the 13th mode of this invention -- which 8-12th voice -- it sets like and is in the manufacture approach of the ink jet type recording head characterized by the thickness of said etching stop layer being narrower than twice, and forming the width of face of the slot concerned at the process which forms said slot.

[0037] In this 13th mode, an etching stop layer can be certainly formed in a slot.

[0038]

[Embodiment of the Invention] This invention is explained at a detail based on an operation

gestalt below.

[0039] (Operation gestalt 1) Drawing 1 is the decomposition perspective view showing the ink jet type recording head concerning the operation gestalt 1 of this invention, drawing 2 (a) is the sectional view of the side-by-side installation direction of the pressure generating room of an ink jet type recording head, and (b) is the A-A' sectional view of (a).

[0040] The passage formation substrate 10 consists of a silicon single crystal substrate of field bearing (110) with this operation gestalt so that it may illustrate. One field of the passage formation substrate 10 turns into an effective area, and the elastic membrane 50 of the pressure generating room 12 which constitutes a field on the other hand is formed in the field of another side.

[0041] In addition, elastic membrane 50 is constituted from the 1st elastic membrane 51 which is formed on the passage formation substrate 10 and consists of diacid-ized silicon ( $\text{SiO}_2$ ), and the 2nd elastic membrane 52 which is formed on this 1st elastic membrane 51, and consists of a zirconium dioxide ( $\text{ZrO}_2$ ) by this operation gestalt. Of course, elastic membrane 50 is not necessarily limited to what consists of two or more layers.

[0042] It is formed in this passage formation substrate 10 of anisotropic etching, and the pressure generating room 12 divided by two or more septa 11 is installed crosswise [ that ]. Moreover, width-of-face Hirobe 15 who spread crosswise [ of the pressure generating room 12 ] is formed in the elastic membrane 50 side of each pressure generating room 12 along with the longitudinal direction by performing anisotropy dry etching.

[0043] The longitudinal direction of the pressure generating room 12 is covered, the slot 16 is established in the passage formation substrate 10 of the field corresponding to the crosswise both sides of this width-of-face Hirobe 15, and the etching stop layer 110 is formed in this slot 16. And the crosswise side face of width-of-face Hirobe 15 is formed by this etching stop layer 110.

[0044] Here, the pressure generating room 12 which has width-of-face Hirobe 15 is formed by carrying out anisotropy dry etching until the part is formed and the etching stop layer 110 is exposed after that by [ of the passage formation substrate 10 ] on the other hand carrying out anisotropy wet etching from a field to about 50 elastic membrane.

[0045] When the etching stop layer 110 forms the pressure generating room 12 in the passage formation substrate 10 by anisotropy dry etching, it is for regulating the breadth of etching of the cross direction of width-of-face Hirobe 15 of the pressure generating room 12. That is, etching stops substantially by etching the passage formation substrate 10 until the etching stop layer 110 is exposed. In addition, when the ingredient of the etching stop layer 110 was an ingredient which has insulation and is not etched by anisotropy dry etching, it used a part of 1st elastic membrane 51 as the etching stop layer 110 by laying underground the 1st elastic membrane 51 which consists of diacid-ized silicon which was not limited especially, for example, was prepared in the passage formation substrate 10 with this operation gestalt in a slot 16.

[0046] Thus, the etching stop layer 110 is formed in the passage formation substrate 10, and by this etching stop layer 110, by specifying the width of face of width-of-face Hirobe 15 of the pressure generating room 12, even if the location by the side of the elastic membrane 50 of the pressure generating room 12 is not stabilized by the variation in the plumbness of the pressure generating room 12, the permissible dose of gap of the relative location of a piezoelectric device can be enlarged.

[0047] Moreover, the protective coat 55 which consists of a diacid-ized silicon layer is formed in the front face by the side of the effective area of the passage formation substrate 10 by oxidizing thermally the front face of the passage formation substrate 10. Moreover, on this protective coat 55, the nozzle plate 20 in which the nozzle orifice 21 was drilled has pasted up through adhesives, a heat joining film, etc. In addition, a nozzle plate 20 consists of the glass which thickness is 0.1-1mm, and coefficient of linear expansion is 300 degrees C or less, for example, is 2.5-4.5 [ $\times 10^{-6}$ /degree C], single crystal silicon, stainless steel, or stainless steel (SUS). A nozzle plate 20 also achieves the duty of the back up plate which protects the passage formation substrate 10 which consists the whole surface of the passage formation substrate 10 of a bonnet and a silicon single crystal substrate extensively in respect of one side from an

impact or external force.

[0048] Furthermore, the pressure generating room 12 and the common ink room 31 mentioned later are opened for free passage through the ink feed hopper 22 formed in the location corresponding to the end section of each pressure generating room 12 of a nozzle plate 20, and ink is supplied to each pressure generating room 12 from the common ink room 31 through this ink feed hopper 22.

[0049] Moreover, from the edge of the passage formation substrate 10 of a nozzle plate 20, in the projecting field, the ink inlet 23 which receives the ink supply from the outside penetrates in the thickness direction, and is established in the common ink room 31.

[0050] The ink room formation substrate 30 and the ink room side plate 40 which form the common ink room 31 in the field corresponding to the ink feed hopper 22 and the ink inlet 23 on such a nozzle plate 20 are joined.

[0051] The ink room formation substrate 30 forms the peripheral wall of the common ink room 31, pierces the stainless plate of proper thickness according to nozzle numerical aperture and an expulsion-of-an-ink-droplet frequency, and is created. With this operation gestalt, thickness of the ink room formation substrate 30 is set to 0.2mm.

[0052] The ink room side plate 40 consists of a stainless steel substrate, and constitutes one wall surface of the common ink room 31 from one field. Moreover, the thin wall 41 is formed in the ink room side plate 40 by forming crevice 40a in a part of field of another side by half etching. This thin wall 41 is for absorbing the nozzle orifice 21 generated in the case of expulsion of an ink droplet, and the pressure which goes to an opposite hand, and it prevents that an unnecessary forward or negative pressure joins other pressure generating rooms 12 via the common ink room 31.

[0053] Here, the magnitude of the pressure generating room 12 which gives an expulsion-of-an-ink-droplet pressure to ink, and the magnitude of the nozzle orifice 21 which carries out the regurgitation of the ink droplet are optimized according to the amount of the ink droplet which carries out the regurgitation, regurgitation speed, and a regurgitation frequency. For example, when recording 360 ink droplets per inch, it is necessary to form a nozzle orifice 21 with a sufficient precision with a dozens of micrometers diameter.

[0054] On the other hand, on the elastic membrane 50 prepared in the passage formation substrate 10, laminating formation is carried out in the process which thickness mentions [ thickness ] later with the bottom electrode layer 60 which is about 0.2 micrometers, and the electrode layer 80 when it is about 0.1 micrometers mentions [ the piezo electric crystal layer 70 which is about 1 micrometer, and thickness ] later, and the piezoelectric device 300 is constituted. Here, a piezoelectric device 300 says the bottom electrode layer 60, the piezo electric crystal layer 70, and the part containing the top electrode layer 80. Generally, one electrode of the piezoelectric devices 300 is used as a common electrode, every pressure generating room 12, patterning of the electrode and the piezo electric crystal layer 70 of another side is carried out, and they are constituted. And it consists of one of the electrodes and the piezo electric crystal layers 70 by which patterning was carried out here, and the part which a piezo-electric distortion produces by impression of the electrical potential difference to two electrodes is called piezo electric crystal active section. Although the bottom electrode layer 60 considers as the common electrode of a piezoelectric device 300 and the top electrode layer 80 is used as the individual electrode of a piezoelectric device 300 with this operation gestalt, it is convenient even if it makes this into reverse on account of an actuation circuit or wiring. In the case of which, the piezo electric crystal active section will be formed for every pressure generating room. Moreover, the diaphragm which a variation rate produces by actuation of a piezoelectric device 300 and the piezoelectric device 300 concerned is set, and an electrostrictive actuator is called here. In addition, although elastic membrane 50 and the bottom electrode layer 60 act as a diaphragm, you may make it a bottom electrode layer serve as elastic membrane in the example mentioned above.

[0055] Moreover, the electrode layer 80 when it is the individual electrode of a piezoelectric device 300 is connected with external wiring which is not illustrated through the lead electrode 90 installed on elastic membrane 50 near the longitudinal direction end section of a piezoelectric



device 300.

[0056] Such an ink jet type recording head of this operation gestalt Ink is incorporated from the ink inlet 23 linked to the external ink supply means which is not illustrated. After filling the interior with ink until it results [ from the common ink room 31 ] in a nozzle orifice 21, By impressing an electrical potential difference between the bottom electrode layer 60 of each corresponding to the pressure generating room 12, and the top electrode layer 80, and carrying out deflection deformation of elastic membrane 50, the bottom electrode layer 60, and the piezo electric crystal layer 70 according to the record signal from the actuation circuit of the exterior which is not illustrated The pressure in each pressure generating room 12 increases, and an ink droplet carries out the regurgitation from a nozzle orifice 21.

[0057] Here, the manufacture approach of such an ink jet type recording head is explained to a detail. In addition, drawing 3 - drawing 5 are the sectional views of the side-by-side installation direction of a pressure generating room showing the manufacture approach of an ink jet type recording head.

[0058] First, as shown in drawing 3 (a), the wafer of the silicon single crystal substrate used as the passage formation substrate 10 is oxidized thermally with about 1100-degree C diffusion furnace, on the other hand, while forming mask 51A of the passage formation substrate 10 which becomes a field from diacid-ized silicon, patterning is carried out and opening 16a is formed. Moreover, the protective coat 55 which consists of diacid-ized silicon is simultaneously formed in an another side side.

[0059] Next, as shown in drawing 3 (b), a slot 16 is formed in the passage formation substrate 10 by anisotropic etching by using as a mask pattern mask 51A in which opening 16a was formed.

[0060] In addition, any of anisotropy wet etching and anisotropy dry etching are sufficient as anisotropic etching, and it is not limited to anisotropic etching.

[0061] Next, as shown in drawing 3 (c), on the other hand, the 1st elastic membrane 51 of the passage formation substrate 10 which consists of diacid-ized silicon is formed in a field by oxidizing the passage formation substrate 10 thermally again. At this time, the etching stop layer 110 which consists of diacid-ized silicon is formed in a slot 16 by continuing and forming the 1st elastic membrane 51 in the front face in a slot 16.

[0062] in addition, the 1st elastic membrane 51 -- the front face of the passage formation substrate 10 -- abbreviation -- since it is formed by uniform thickness, in order to lay the 1st elastic membrane 51 underground in a slot 16, it is desirable for the thickness of the 1st elastic membrane 51 to be narrower than twice, and to form the width of face of a slot 16. Thereby, the 1st elastic membrane 51 can be certainly laid underground in a slot 16.

[0063] moreover, although formed with this operation gestalt by oxidizing thermally the 1st elastic membrane 51 and protective coat 55, it limits to this -- not having -- for example, a TEOS-CVD method -- 350 degrees C - 500 degrees C -- you may make it form at low temperature comparatively Moreover, although the 1st elastic membrane 51 in a slot 16 was used as the etching stop layer 110 by continuing and forming the 1st elastic membrane 51 in the front face in a slot 16 After not being limited to this, for example, forming an etching stop layer by another member in the 1st elastic membrane 51 in a slot 16, you may make it form the 1st elastic membrane 51 on the front face of the passage formation substrate 10, and an etching stop layer. Of course, you may make it the 1st elastic membrane 51 prepare the etching stop layer of the same ingredient as the 1st elastic membrane 51 at another process.

[0064] Next, as shown in drawing 3 (d), it continues on the 1st elastic membrane 51, and the 2nd elastic membrane 52 is formed. For example, with this operation gestalt, the 2nd elastic membrane 52 which oxidizes thermally with a 500-1200-degree C diffusion furnace, and consists of a zirconium dioxide is formed after forming a zirconium layer on the 1st elastic membrane 51. And these 1st elastic membrane 51 and the 2nd elastic membrane 52 turn into elastic membrane 50.

[0065] In addition, with this operation gestalt, since a part of 1st elastic membrane 51 is used for the etching stop layer 110 and it was made for the 1st elastic membrane 51 to lay underground to the front face of the passage formation substrate 10 in a slot 16, as for the 2nd elastic membrane 52, the front face becomes abbreviation flatness.

[0066] Next, as shown in drawing 4 (a), while continuing and forming the bottom electrode layer 60 in the whole surface by sputtering at the elastic membrane 50 side of the passage formation substrate 10, patterning is carried out to a predetermined configuration. As an ingredient of the bottom [ this ] electrode layer 60, platinum, iridium, etc. are suitable. The below-mentioned piezo electric crystal layer 70 which this forms with the sputtering method or a sol-gel method is because it is necessary to make it calcinate and crystallize at the temperature of about 600-1000 degrees C under an atmospheric-air ambient atmosphere or an oxygen ambient atmosphere after membrane formation. That is, when conductivity must be able to be held under such an elevated temperature and an oxidizing atmosphere and titanate-acid lead zirconate (PZT) is especially used as a piezo electric crystal layer 70, as for the ingredient of the bottom electrode layer 60, it is desirable for there to be little conductive change by diffusion of lead oxide, and platinum and iridium are suitable for it from these reasons.

[0067] Next, as shown in drawing 4 (b), while forming the piezo electric crystal layer 70 and the top electrode layer 80, only the piezo electric crystal layer 70 and the top electrode layer 80 are etched, and patterning of a piezoelectric device 300 is performed.

[0068] With this operation gestalt, spreading desiccation was carried out, the so-called sol which dissolved and distributed the metal organic substance at the catalyst was gelled, and this piezo electric crystal layer 70 was formed using the so-called sol-gel method which obtains the piezo electric crystal layer 70 which consists of a metallic oxide by calcinating at an elevated temperature further. As an ingredient of the piezo electric crystal layer 70, when the ingredient of a PZT system uses it for an ink jet type recording head, it is suitable. In addition, especially the membrane formation approach of this piezo electric crystal layer 70 is not limited, for example, may form membranes with spin coat methods, such as the sputtering method or the MOD method (organic metal heat spreading part solution method).

[0069] Moreover, the approach of crystallizing at low temperature with the high voltage approach in the inside of an alkali water solution after forming the precursor film of titanate-acid lead zirconate by the sol-gel method, the sputtering method, or the MOD method may be used.

[0070] Furthermore, the top electrode layer 80 can use a metal, a conductive oxide, etc. of many, such as aluminum, gold, nickel, and platinum, that what is necessary is just a conductive high ingredient. With this operation gestalt, platinum is formed by sputtering.

[0071] Next, as shown in drawing 4 (c), while continuing all over the passage formation substrate 10 and forming the lead electrode 90, patterning is carried out every piezoelectric device 300.

[0072] The above is a film formation process. Thus, after performing film formation, the pressure generating room 12 is formed by anisotropic etching.

[0073] First, as shown in drawing 5 (a), opening 55a is formed in the field in which the pressure generating room 12 of the protective coat 55 formed in the opposite hand is formed by patterning in the piezoelectric device 300 of the passage formation substrate 10.

[0074] Next, as shown in drawing 5 (b), crevice 12a which becomes a part of pressure generating room 12 by anisotropy wet etching by using as a mask pattern the protective coat 55 in which opening 55a was formed is formed.

[0075] Crevice 12a of the predetermined depth is formed in this anisotropy wet etching, without penetrating the passage formation substrate 10 by carrying out half etching. For this reason, the alkali water solution or etching resultant used for anisotropy wet etching penetrates elastic membrane 50, and a damage is not given to a piezoelectric device 300.

[0076] Next, as shown in drawing 5 (c), the pressure generating room 12 is formed by performing anisotropy dry etching succeeding crevice 12a formed by anisotropy wet etching.

[0077] Although it etches in this anisotropy dry etching until it reaches the 1st elastic membrane 51, as for anisotropy dry etching, a terminal point cannot become settled easily, that width of face spreads along with the 1st elastic membrane 51, and, as for the pressure generating room 12, width-of-face Hirobe 15 is formed. At this time, when the etching stop layer 110 prepared in the slot 16 is exposed, crosswise etching stops substantially. Thereby, width-of-face Hirobe 15 who spread crosswise [ of the pressure generating room 12 ] can be formed in the elastic membrane 50 side of the pressure generating room 12 by predetermined width of face.

[0078] In addition, when about 0.5 micrometers or more of depth of a slot 16 form the pressure

generating room 12 by anisotropy dry etching, there should just be in the depth of extent which does not spread more than the etching stop layer 110 prepared in the width-of-face Hirobe 15 fang-furrow section 16 prepared in the elastic membrane 50 side.

[0079] Thereby, even if the location by the side of the diaphragm of the pressure generating room 12 is not stabilized by the variation in the plumbness of the pressure generating room 12, the etching stop layer 110 can be formed and the permissible dose of gap of the relative location of a piezoelectric device 300 and the pressure generating room 12 can be enlarged by specifying the width of face of width-of-face Hirobe 15 of the pressure generating room 12.

[0080] Thus, the 1st elastic membrane 51 is laid underground to the front face of the passage formation substrate 10 in a slot 16, and it was made for the front face of the 2nd elastic membrane 52 to become abbreviation flatness with this operation gestalt using the some ingredients 51 same in the etching stop layer 110 as the 1st elastic membrane 51, i.e., the 1st elastic membrane. For this reason, it can prevent that elastic membrane 50 is destroyed, without stress concentrating according to deformation of a piezoelectric device 300.

[0081] Moreover, the damage to a piezoelectric device 300 can be certainly prevented by forming the elastic membrane 50 side of the pressure generating room 12 by anisotropy dry etching, and forming an opening side by anisotropy wet etching. In addition, you may make it the pressure generating room 12 form the pressure generating room 12 only by anisotropy dry etching that the elastic membrane 50 side should just be formed of anisotropy dry etching at least.

[0082] By such a series of film formation and anisotropic etching, much chips are simultaneously formed on one wafer, and it divides after process termination every passage formation substrate 10 of one chip size as shown in drawing 1. And sequential adhesion of a nozzle plate 20, the ink room formation substrate 30, and the ink room side plate 40 is carried out, and it unites with the divided passage formation substrate 10, and considers as an ink jet type recording head.

[0083] (Other operation gestalten) Although 1 operation gestalt of this invention was explained above, the fundamental configuration of an ink jet type recording head and its manufacture approach is not limited to what was mentioned above.

[0084] The ink jet type recording head of the operation gestalt 1 mentioned above constitutes some recording head units possessing an ink cartridge etc. and ink passage open for free passage, and is carried in an ink jet type recording device. Drawing 6 is the schematic diagram showing an example of the ink jet type recording device.

[0085] As shown in drawing 6, the carriage 3 which was formed removable and carried these recording head units 1A and 1B is formed free [ shaft-orientations migration on the carriage shaft 5 with which cartridge 2A and 2B from which the recording head units 1A and 1B which have an ink jet type recording head constitute an ink supply means were attached in the body 4 of equipment ]. These recording head units 1A and 1B shall carry out the regurgitation of a black ink constituent and the color ink constituent, respectively, for example.

[0086] And the carriage 3 carrying the recording head units 1A and 1B is moved in accordance with the carriage shaft 5 by being transmitted to carriage 3 through two or more gearings and timing belts 7 which the driving force of a drive motor 6 does not illustrate. On the other hand, along with carriage 3, the platen 8 is formed in the body 4 of equipment. Record sheet S which is record media, such as paper to which can rotate now with the driving force of the paper feed motor which is not illustrated, and paper was fed with the feed roller etc., winds this platen 8 around a platen 8, it is hung, and is conveyed.

[0087]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, by preparing width-of-face Hirobe and preparing the etching stop layer which regulates the breadth of the crosswise both sides of width-of-face Hirobe to a passage formation substrate in the diaphragm side of a pressure generating room, an etching stop layer can prescribe the width of face of the cross direction by the side of the diaphragm of a pressure generating room, a pressure generating room can be formed in high degree of accuracy, and an ink regurgitation property and stability can be improved. Moreover, by such manufacture approach of a pressure generating room, the piezoelectric device whose dependability improved can be formed according to the thing of a

pressure generating room for which a diaphragm side is formed by anisotropy dry etching at least, without giving a damage to a piezoelectric device.

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the perspective view of the ink jet type recording head concerning the operation gestalt 1 of this invention.

[Drawing 2] It is the sectional view of the ink jet type recording head concerning the operation gestalt 1 of this invention, and (a) is the sectional view of the longitudinal direction of a pressure generating room, and (b) is the A-A' sectional view of (a).

[Drawing 3] It is the sectional view of the side-by-side installation direction of a pressure generating room showing the manufacture approach of the ink jet type recording head concerning the operation gestalt 1 of this invention.

[Drawing 4] It is the sectional view of the side-by-side installation direction of a pressure generating room showing the manufacture approach of the ink jet type recording head concerning the operation gestalt 1 of this invention.

[Drawing 5] It is the sectional view of the side-by-side installation direction of a pressure generating room showing the manufacture approach of the ink jet type recording head concerning the operation gestalt 1 of this invention.

[Drawing 6] It is the schematic diagram of the ink jet type recording device concerning 1 operation gestalt of this invention.

### [Description of Notations]

- 10 Passage Formation Substrate
- 11 Septum
- 12 Pressure Generating Room
- 15 Width-of-Face Hirobe
- 16 Slot
- 20 Nozzle Plate
- 21 Nozzle Orifice
- 22 Ink Feed Hopper
- 23 Ink Inlet
- 30 Common Ink Room Formation Substrate
- 31 Common Ink Room
- 40 Ink Room Side Plate
- 50 Elastic Membrane
- 51 1st Elastic Membrane
- 52 2nd Elastic Membrane
- 55 Protective Coat
- 60 Bottom Electrode Layer
- 70 Piezo Electric Crystal Layer
- 80 Top Electrode Layer
- 90 Lead Electrode
- 110 Etching Stop Layer

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-240297  
(P2002-240297A)

(43) 公開日 平成14年8月28日 (2002.8.28)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	キーワード* (参考)
B 4 1 J	2/16	B 4 1 J	3/04
	2/045		1 0 3 H
	2/055		2 C 0 5 7
			1 0 3 A

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2001-37674(P2001-37674)

(22) 出願日 平成13年2月14日 (2001.2.14)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 高橋 哲司

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(74) 代理人 100101236

弁理士 栗原 浩之

F ターム (参考) 2C057 AF93 AG42 AG52 AG53 AG55

AP02 AP32 AP34 AP56 AQ02

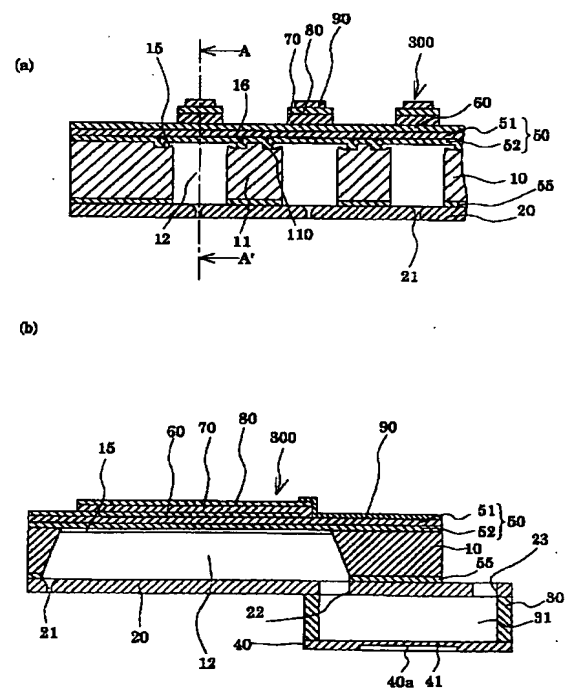
BA04 BA14

(54) 【発明の名称】 インクジェット式記録ヘッド及びその製造方法並びにインクジェット式記録装置

(57) 【要約】

【課題】 信頼性が高い圧電素子を備えると共にインク吐出特性及び安定性を向上したインクジェット式記録ヘッド及びその製造方法並びにインクジェット式記録装置を提供する。

【解決手段】 ノズル開口21に連通する圧力発生室12が画成されたシリコン単結晶基板からなる流路形成基板10と、該流路形成基板10の一方面側に振動板50を介して下電極60、圧電体層70及び上電極80からなる圧電素子300とを具備するインクジェット式記録ヘッドにおいて、前記圧力発生室12の前記振動板側には、長手方向に亘って幅の広い幅広部15が設けられており、前記流路形成基板10の前記幅広部15の幅方向両側に、当該幅広部15の長手方向に亘って溝部16を有すると共に該溝部16内には前記幅広部15の幅方向側面を画成して前記圧力発生室12の幅方向のエッチングを規制するエッチングストップ層110を設ける。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ノズル開口に連通する圧力発生室が画成されたシリコン単結晶基板からなる流路形成基板と、該流路形成基板の一方面側に振動板を介して下電極、圧電体層及び上電極からなる圧電素子とを具備するインクジェット式記録ヘッドにおいて、

前記圧力発生室の前記振動板側には、長手方向に亘って幅の広い幅広部が設けられており、前記流路形成基板の前記幅広部の幅方向両側に当該幅広部の長手方向に亘って溝部を有すると共に、該溝部内には前記幅広部の幅方向側面を画成して前記圧力発生室の幅方向のエッチングを規制するエッチングストップ層が設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 2】 請求項 1 において、前記エッチングストップ層が絶縁性を有することを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 において、前記エッチングストップ層が前記振動板の一部と同一の材料で形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 4】 請求項 1～3 の何れかにおいて、前記エッチングストップ層が酸化シリコンからなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 5】 請求項 1～4 の何れかにおいて、前記溝部の幅が前記エッチングストップ層の厚さの 2 倍よりも狭く形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 6】 請求項 1～5 の何れかにおいて、前記圧力発生室の少なくとも前記振動板側が異方性ドライエッチングにより形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 7】 請求項 1～6 の何れかのインクジェット式記録ヘッドを具備することを特徴とするインクジェット式記録装置。

【請求項 8】 ノズル開口に連通する圧力発生室が画成されるシリコン単結晶基板からなる流路形成基板と、該流路形成基板の一方面側に振動板を介して成膜及びリソグラフィ法により形成された薄膜からなる下電極、圧電体層及び上電極からなる圧電素子を有するインクジェット式記録ヘッドの製造方法において、

前記流路形成基板の一方面に、前記圧力発生室の形成される領域の幅方向両側に、長手方向に亘って溝部を形成する工程と、該溝部内に前記流路形成基板のエッチングを規制するエッチングストップ層を形成する工程と、前記流路形成基板の一方面に前記振動板を介して前記下電極、圧電体層及び上電極を順次積層及びパターンニングして前記圧電素子を形成する工程と、前記流路形成基板の少なくとも前記振動板側を異方性ドライエッチングにより前記エッチングストップ層が露出するまで除去して前記圧力発生室を形成する工程とを有することを特徴とす

るインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

【請求項 9】 請求項 8 において、前記圧力発生室を形成する工程では、前記流路形成基板を異方性ウェットエッチングした後、異方性ドライエッチングを行うことによって前記圧力発生室を形成することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

【請求項 10】 請求項 8 又は 9 において、前記エッチングストップ層が絶縁性を有することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

10 【請求項 11】 請求項 8～10 において、前記エッチングストップ層が前記振動板の一部と同一の材料で形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

【請求項 12】 請求項 8～11 の何れかにおいて、前記エッチングストップ層が酸化シリコンからなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

20 【請求項 13】 請求項 8～12 の何れかにおいて、前記溝部を形成する工程では、当該溝部の幅を前記エッチングストップ層の厚さの 2 倍よりも狭く形成することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、インク滴を吐出するノズル開口と連通する圧力発生室の一部を振動板で構成し、この振動板を介して圧電素子を設けて、圧電素子の変位によりインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッド及びその製造方法並びにインクジェット式記録装置に関する。

【0002】

30 【従来技術】 インク滴を吐出するノズル開口と連通する圧力発生室の一部を振動板で構成し、この振動板を圧電素子により変形させて圧力発生室のインクを加圧してノズル開口からインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドには、圧電素子が軸方向に伸長、収縮する縦振動モードの圧電アクチュエータを使用したものと、たわみ振動モードの圧電アクチュエータを使用したものの 2 種類が実用化されている。

【0003】 前者は圧電素子の端面を振動板に当接させることにより圧力発生室の容積を変化させることができ、高密度印刷に適したヘッドの製作が可能である反面、圧電素子をノズル開口の配列ピッチに一致させて櫛歯状に切り分けるといった困難な工程や、切り分けられた圧電素子を圧力発生室に位置決めして固定する作業が必要となり、製造工程が複雑であるという問題がある。

40 【0004】 これに対して後者は、圧電材料のグリーンシートを圧力発生室の形状に合わせて貼付し、これを焼成するという比較的簡単な工程で振動板に圧電素子を作り付けることができるものの、たわみ振動を利用する関係上、ある程度の面積が必要となり、高密度配列が困難であるという問題がある。

【0005】一方、後者の記録ヘッドの不都合を解消すべく、特開平5-286131号公報に見られるように、振動板の表面全体に亘って成膜技術により均一な圧電材料層を形成し、この圧電材料層をリソグラフィ法により圧力発生室に対応する形状に切り分けて各圧力発生室毎に独立するように圧電素子を形成したものが提案されている。

【0006】これによれば圧電素子を振動板に貼付ける作業が不要となつて、リソグラフィ法という精密で、かつ簡便な手法で圧電素子を作り付けることができるばかりでなく、圧電素子の厚みを薄くできて高速駆動が可能になるという利点がある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】このようなインクジェット式記録ヘッドの圧力発生室は、流路形成基板の圧電素子とは反対側の面から振動板に至るまで異方性エッチングを選択的に行うことにより流路形成基板を貫通して形成される。

【0008】この異方性エッチングをアルカリ水溶液を用いたウェットエッチングで行うと、エッチングの終点でこのアルカリ水溶液あるいはエッチング反応生成物が振動板を透過して圧電素子にダメージを与えてしまうという問題がある。

【0009】また、エッチングをドライエッチングで行うと、エッチングの終点が定まらず、圧力発生室の振動板側の幅の制御が難しく、圧力発生室を高精度で形成できないという問題がある。

【0010】さらに、このようなインクジェット式記録ヘッドでは、圧電素子を形成後に圧力発生室をエッチングにより形成するため、圧力発生室の垂直度のバラツキにより圧力発生室の振動板側の位置が安定しない。このため、圧電素子と圧力発生室との相対的な位置精度が低くなってしまい、インク吐出特性及び安定性が低いという問題がある。

【0011】本発明はこのような事情に鑑み、信頼性が高い圧電素子を備えると共にインク吐出特性及び安定性を向上したインクジェット式記録ヘッド及びその製造方法並びにインクジェット式記録装置を提供することを課題とする。

【0012】

【発明が解決するための手段】上記課題を解決する本発明の第1の態様は、ノズル開口に連通する圧力発生室が画成されたシリコン単結晶基板からなる流路形成基板と、該流路形成基板の一方面側に振動板を介して下電極、圧電体層及び上電極からなる圧電素子とを具備するインクジェット式記録ヘッドにおいて、前記圧力発生室の前記振動板側には、長手方向に亘って幅の広い幅広部が設けられており、前記流路形成基板の前記幅広部の幅方向両側に当該幅広部の長手方向に亘って溝部を有すると共に、該溝部内には前記幅広部の幅方向側面を画成し

て前記圧力発生室の幅方向のエッチングを規制するエッチングストップ層が設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0013】かかる第1の態様では、エッチングストップ層により圧力発生室の幅広部の幅を容易に且つ確実に規定でき、圧力発生室を高精度に形成することができる。

【0014】本発明の第2の態様は、第1の態様において、前記エッチングストップ層が絶縁性を有することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0015】かかる第2の態様では、エッチングストップ層に絶縁性を有する部材を用いることで、圧力発生室内のインクへの漏電を防止することができる。

【0016】本発明の第3の態様は、第1又は2の態様において、前記エッチングストップ層が前記振動板の一部と同一の部材で形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0017】かかる第3の態様では、エッチングストップ層を振動板の一部で形成することにより、製造工程を簡略化することができる。

【0018】本発明の第4の態様は、第1～3の何れかの態様において、前記エッチングストップ層が酸化シリコンからなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0019】かかる第4の態様では、エッチングストップ層を容易に且つ確実に形成することができる。

【0020】本発明の第5の態様は、第1～4の何れかの態様において、前記溝部の幅が前記エッチングストップ層の厚さの2倍よりも狭く形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0021】かかる第5の態様では、溝部内にエッチングストップ層を確実に形成することができる。

【0022】本発明の第6の態様は、第1～5の何れかの態様において、前記圧力発生室の少なくとも前記振動板側が異方性ドライエッチングにより形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0023】かかる第6の態様では、エッチング水溶液及びエッチング反応生成物による圧電素子へのダメージを確実に防止して圧力発生室を高精度に形成することができる。

【0024】本発明の第7の態様は、第1～6の何れかの態様のインクジェット式記録ヘッドを具備することを特徴とするインクジェット式記録装置にある。

【0025】かかる第7の態様では、インク吐出特性を向上したインクジェット式記録装置を実現できる。

【0026】本発明の第8の態様は、ノズル開口に連通する圧力発生室が画成されるシリコン単結晶基板からなる流路形成基板と、該流路形成基板の一方面側に振動板を介して成膜及びリソグラフィ法により形成された薄膜からなる下電極、圧電体層及び上電極からなる圧電素子



を有するインクジェット式記録ヘッドの製造方法において、前記流路形成基板の一方面に、前記圧力発生室の形成される領域の幅方向両側に、長手方向に亘って溝部を形成する工程と、該溝部内に前記流路形成基板のエッチングを規制するエッチングストップ層を形成する工程と、前記流路形成基板の一方面に前記振動板を介して前記下電極、圧電体層及び上電極を順次積層及びパターンニングして前記圧電素子を形成する工程と、前記流路形成基板の少なくとも前記振動板側を異方性ドライエッチングにより前記エッチングストップ層が露出するまで除去して前記圧力発生室を形成する工程とを有することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法にある。

【0027】かかる第8の態様では、圧力発生室の振動板側の幅方向のエッチングを容易に制御でき、圧力発生室を高精度に形成できる。

【0028】本発明の第9の態様は、第8の態様において、前記圧力発生室を形成する工程では、前記流路形成基板を異方性ウェットエッチングした後、異方性ドライエッチングを行うことによって前記圧力発生室を形成することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法にある。

【0029】かかる第9の態様では、圧力発生室を異方性ウェットエッチングと異方性ドライエッチングとで形成することによって、エッチング時間を短縮して製造コストを低減することができる。

【0030】本発明の第10の態様は、第8又は9の態様において、前記エッチングストップ層が絶縁性を有することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法にある。

【0031】かかる第10の態様では、エッチングストップ層に絶縁性を有する部材を用いることで、圧力発生室内のインクへの漏電を防止することができる。

【0032】本発明の第11の態様は、第8～10の何れかの態様において、前記エッチングストップ層が前記振動板の一部と同一の材料で形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法にある。

【0033】かかる第11の態様では、エッチングストップ層を振動板の一部と同一の材料で形成することで、製造工程を簡略化することができる。

【0034】本発明の第12の態様は、第8～11の何れかの態様において、前記エッチングストップ層が酸化シリコンからなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法にある。

【0035】かかる第12の態様では、エッチングストップ層を容易に且つ確実に形成することができる。

【0036】本発明の第13の態様は、第8～12の何れかの態様において、前記溝部を形成する工程では、当該溝部の幅を前記エッチングストップ層の厚さの2倍よりも狭く形成することを特徴とするインクジェット式

録ヘッドの製造方法にある。

【0037】かかる第13の態様では、溝部内にエッチングストップ層を確実に形成することができる。

【0038】

【発明の実施の形態】以下に本発明を実施形態に基づいて詳細に説明する。

【0039】（実施形態1）図1は、本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドを示す分解斜視図であり、図2（a）は、インクジェット式記録ヘッドの圧力発生室の並設方向の断面図であり、（b）は（a）のA-A'断面図である。

【0040】図示するように、流路形成基板10は、本実施形態では面方位（110）のシリコン単結晶基板からなる。流路形成基板10の一方の面は開口面となり、他方の面には圧力発生室12の一方面を構成する弾性膜50が形成されている。

【0041】なお、弾性膜50は、本実施形態では、流路形成基板10上に形成されて二酸化シリコン（ $\text{SiO}_2$ ）からなる第1の弾性膜51と、この第1の弾性膜51上に形成されて二酸化ジルコニウム（ $\text{ZrO}_2$ ）からなる第2の弾性膜52とで構成されている。勿論、弾性膜50は、複数層からなるものに限定されるわけではない。

【0042】この流路形成基板10には、異方性エッチングにより形成され、複数の隔壁11によって区画される圧力発生室12がその幅方向に並設されている。また、各圧力発生室12の弾性膜50側には、異方性ドライエッチングを行うことにより、圧力発生室12の幅方向に広がった幅広部15が長手方向に沿って設けられている。

【0043】この幅広部15の幅方向両側に対応する領域の流路形成基板10には、圧力発生室12の長手方向に亘って溝部16が設けられており、この溝部16内には、エッチングストップ層110が設けられている。そして、幅広部15の幅方向側面はこのエッチングストップ層110により画成されている。

【0044】ここで、幅広部15を有する圧力発生室12は、流路形成基板10の一方面から弾性膜50近傍まで異方性ウェットエッチングすることによりその一部が形成され、その後、エッチングストップ層110が露出するまで異方性ドライエッチングをすることによって形成されている。

【0045】エッチングストップ層110は、流路形成基板10に圧力発生室12を異方性ドライエッチングにより形成した際に、圧力発生室12の幅広部15の幅方向のエッチングの広がりを規制するためのものである。すなわち、流路形成基板10をエッチングストップ層110が露出されるまでエッチングすることにより実質的にエッチングが停止する。なお、エッチングストップ層110の材料は、絶縁性を有し且つ異方性ドライエッチ

ングによりエッチングされない材料であれば、特に限定されず、例えば、本実施形態では、流路形成基板 10 に設けられた二酸化シリコンからなる第 1 の弾性膜 51 を溝部 16 内に埋設することにより第 1 の弾性膜 51 の一部をエッチングストップ層 110 とした。

【0046】このように流路形成基板 10 にエッチングストップ層 110 を設け、このエッチングストップ層 110 により、圧力発生室 12 の幅広部 15 の幅を規定することで、圧力発生室 12 の垂直度のバラツキにより圧力発生室 12 の弾性膜 50 側の位置が安定しなくても、圧電素子の相対的な位置のズレの許容量を大きくすることができる。

【0047】また、流路形成基板 10 の開口面側の表面には流路形成基板 10 の表面を熱酸化することにより二酸化シリコン層からなる保護膜 55 が形成されている。また、この保護膜 55 上には、ノズル開口 21 が穿設されたノズルプレート 20 が接着剤や熱溶着フィルム等を介して接着されている。なお、ノズルプレート 20 は、厚さが例えば、0.1~1mm で、線膨張係数が 300℃以下で、例えば 2.5~4.5 [ $\times 10^{-6}$  /℃] であるガラス、単結晶シリコン、不銹鋼又はステンレス鋼 (SUS) などからなる。ノズルプレート 20 は、一方の面で流路形成基板 10 の一面を全面的に覆い、シリコン単結晶基板からなる流路形成基板 10 を衝撃や外力から保護する補強板の役目も果たす。

【0048】さらに、圧力発生室 12 と後述する共通インク室 31 とは、ノズルプレート 20 の各圧力発生室 12 の一端部に対応する位置に形成されたインク供給口 22 を介して連通されており、インクはこのインク供給口 22 を介して共通インク室 31 から各圧力発生室 12 に供給される。

【0049】また、ノズルプレート 20 の流路形成基板 10 の端部から突出した領域には、共通インク室 31 に外部からのインク供給を受けるインク導入口 23 が厚さ方向に貫通して設けられている。

【0050】このようなノズルプレート 20 上のインク供給口 22 及びインク導入口 23 に対応する領域には、共通インク室 31 を形成するインク室形成基板 30 及びインク室側板 40 が接合されている。

【0051】インク室形成基板 30 は、共通インク室 31 の周壁を形成するものであり、ノズル開口数、インク滴吐出周波数に応じた適正な厚みのステンレス板を打ち抜いて作成されたものである。本実施形態では、インク室形成基板 30 の厚さは 0.2mm としている。

【0052】インク室側板 40 は、ステンレス基板からなり、一方の面で共通インク室 31 の一壁面を構成するものである。また、インク室側板 40 には、他方の面の一部にハーフエッチングにより凹部 40a を形成することにより薄肉壁 41 が形成されている。この薄肉壁 41 はインク滴吐出の際に発生するノズル開口 21 と反対側

へ向かう圧力を吸収するためのもので、他の圧力発生室 12 に、共通インク室 31 を経由して不要な正又は負の圧力が加わるのを防止する。

【0053】ここで、インク滴吐出圧力をインクに与える圧力発生室 12 の大きさと、インク滴を吐出するノズル開口 21 の大きさと、吐出するインク滴の量、吐出スピード、吐出周波数に応じて最適化される。例えば、1インチ当たり 360 個のインク滴を記録する場合、ノズル開口 21 は数十  $\mu\text{m}$  の径で精度よく形成する必要がある。

【0054】一方、流路形成基板 10 に設けられた弾性膜 50 の上には、厚さが例えば、約 0.2  $\mu\text{m}$  の下電極膜 60 と、厚さが例えば、約 1  $\mu\text{m}$  の圧電体層 70 と、厚さが例えば、約 0.1  $\mu\text{m}$  の上電極膜 80 とが、後述するプロセスで積層形成されて、圧電素子 300 を構成している。ここで、圧電素子 300 は、下電極膜 60、圧電体層 70、及び上電極膜 80 を含む部分をいう。一般的には、圧電素子 300 の何れか一方の電極を共通電極とし、他方の電極及び圧電体層 70 を各圧力発生室 12 毎にパターンニングして構成する。そして、ここではパターンニングされた何れか一方の電極及び圧電体層 70 から構成され、両電極への電圧の印加により圧電歪みが生じる部分を圧電体駆動部という。本実施形態では、下電極膜 60 は圧電素子 300 の共通電極とし、上電極膜 80 を圧電素子 300 の個別電極としているが、駆動回路や配線の都合でこれを逆にしても支障はない。何れの場合においても、各圧力発生室毎に圧電体駆動部が形成されていることになる。また、ここでは、圧電素子 300 と当該圧電素子 300 の駆動により変位が生じる振動板とを合わせて圧電アクチュエータと称する。なお、上述した例では、弾性膜 50 及び下電極膜 60 が振動板として作用するが、下電極膜が弾性膜を兼ねるようにしてもよい。

【0055】また、圧電素子 300 の個別電極である上電極膜 80 は、圧電素子 300 の長手方向一端部近傍から弾性膜 50 上に延設されたリード電極 90 を介して図示しない外部配線と接続されている。

【0056】このような本実施形態のインクジェット式記録ヘッドは、図示しない外部インク供給手段と接続したインク導入口 23 からインクを取り込み、共通インク室 31 からノズル開口 21 に至るまで内部をインクで満たした後、図示しない外部の駆動回路からの記録信号に従い、圧力発生室 12 に対応するそれぞれの下電極膜 60 と上電極膜 80 との間に電圧を印加し、弾性膜 50、下電極膜 60 及び圧電体層 70 をたわみ変形させることにより、各圧力発生室 12 内の圧力が高まりノズル開口 21 からインク滴が吐出する。

【0057】ここで、このようなインクジェット式記録ヘッドの製造方法を詳細に説明する。なお、図 3~図 5 は、インクジェット式記録ヘッドの製造方法を示す圧力

発生室の並設方向の断面図である。

【0058】まず、図3(a)に示すように、流路形成基板10となるシリコン単結晶基板のウェハを約1100℃の拡散炉で熱酸化して流路形成基板10の一方面に二酸化シリコンからなるマスク51Aを形成すると共にパターニングして開口16aを形成する。また、同時に他方面には二酸化シリコンからなる保護膜55を形成する。

【0059】次に、図3(b)に示すように、開口16aの形成されたマスク51Aをマスクパターンとして流路形成基板10に溝部16を異方性エッチングにより形成する。

【0060】なお、異方性エッチングは、異方性ウェットエッチング及び異方性ドライエッチングの何れでもよく、また、異方性エッチングに限定されるものではない。

【0061】次に、図3(c)に示すように、流路形成基板10を再び熱酸化することにより、流路形成基板10の一方面に二酸化シリコンからなる第1の弾性膜51を形成する。このとき、第1の弾性膜51は、溝部16内の表面に亘って形成されることにより溝部16内に二酸化シリコンからなるエッチングストップ層110が形成される。

【0062】なお、第1の弾性膜51は、流路形成基板10の表面に略均一な厚みで形成されるため、溝部16内に第1の弾性膜51を埋設するには、溝部16の幅を第1の弾性膜51の厚さの2倍よりも狭く形成することが好ましい。これにより、確実に第1の弾性膜51を溝部16内に埋設することができる。

【0063】また、本実施形態では、第1の弾性膜51及び保護膜55を熱酸化することにより形成したが、これに限定されず、例えば、TEOS-CVD法により、350℃～500℃の比較的低温で形成するようにしてもよい。また、第1の弾性膜51を溝部16内の表面に亘って形成することにより、溝部16内の第1の弾性膜51をエッチングストップ層110としたが、これに限定されず、例えば、溝部16内に第1の弾性膜51とは別部材でエッチングストップ層を形成した後、流路形成基板10の表面及びエッチングストップ層上に第1の弾性膜51を設けるようにしてもよい。勿論、第1の弾性膜51と同一材料のエッチングストップ層を第1の弾性膜51とは別工程で設けるようにしてもよい。

【0064】次に、図3(d)に示すように、第1の弾性膜51上に亘って、第2の弾性膜52を形成する。例えば、本実施形態では、第1の弾性膜51上にジルコニウム層を形成後、500～1200℃の拡散炉で熱酸化して二酸化ジルコニウムからなる第2の弾性膜52を形成する。そして、これら第1の弾性膜51と第2の弾性膜52とが弾性膜50となる。

【0065】なお、本実施形態では、エッチングストップ

層110に第1の弾性膜51の一部を用いて、溝部16内に第1の弾性膜51が流路形成基板10の表面まで埋設するようにしたため、第2の弾性膜52は、その表面が略平坦になる。

【0066】次に、図4(a)に示すように、スパッタリングで下電極膜60を流路形成基板10の弾性膜50側に全面に亘って形成すると共に所定形状にパターニングする。この下電極膜60の材料としては、白金、イリジウム等が好適である。これは、スパッタリング法やゾルゲル法で成膜する後述の圧電体層70は、成膜後に大気雰囲気下又は酸素雰囲気下で600～1000℃程度の温度で焼成して結晶化させる必要があるからである。すなわち、下電極膜60の材料は、このような高温、酸化雰囲気下で導電性を保持できなければならず、殊に、圧電体層70としてチタン酸ジルコン酸鉛(PZT)を用いた場合には、酸化鉛の拡散による導電性の変化が少ないことが望ましく、これらの理由から白金、イリジウムが好適である。

【0067】次に、図4(b)に示すように、圧電体層70及び上電極膜80を形成すると共に圧電体層70及び上電極膜80のみをエッチングして圧電素子300のパターニングを行う。

【0068】この圧電体層70は、例えば、本実施形態では、金属有機物を触媒に溶解・分散したいわゆるゾルを塗布乾燥してゲル化し、さらに高温で焼成することで金属酸化物からなる圧電体層70を得る、いわゆるゾルゲル法を用いて形成した。圧電体層70の材料としては、PZT系の材料がインクジェット式記録ヘッドに使用する場合には好適である。なお、この圧電体層70の成膜方法は、特に限定されず、例えば、スパッタリング法又はMOD法(有機金属熱塗布分解法)等のスピコート法により成膜してもよい。

【0069】また、ゾルゲル法又はスパッタリング法もしくはMOD法等によりチタン酸ジルコン酸鉛の前駆体膜を形成後、アルカリ水溶液中での高圧処理法にて低温で結晶化させる方法を用いてもよい。

【0070】さらに、上電極膜80は、導電性の高い材料であればよく、アルミニウム、金、ニッケル、白金等の多くの金属や、導電性酸化物等を使用できる。本実施形態では、白金をスパッタリングにより成膜している。

【0071】次に、図4(c)に示すように、リード電極90を流路形成基板10の全面に亘って形成すると共に、各圧電素子300毎にパターニングする。

【0072】以上が膜形成プロセスである。このようにして膜形成を行った後、圧力発生室12を異方性エッチングにより形成する。

【0073】まず、図5(a)に示すように、流路形成基板10の圧電素子300とは反対側に形成された保護膜55の圧力発生室12が形成される領域にパターニングにより開口55aを形成する。

【0074】次に、図5(b)に示すように、開口55aの形成された保護膜55をマスクパターンとして異方性ウェットエッチングにより圧力発生室12の一部となる凹部12aを形成する。

【0075】この異方性ウェットエッチングでは、ハーフエッチングすることにより流路形成基板10を貫通することなく所定深さの凹部12aを形成する。このため、異方性ウェットエッチングに使用されるアルカリ水溶液又はエッチング反応生成物が弾性膜50を透過して圧電素子300にダメージを与えることがない。

【0076】次に、図5(c)に示すように、異方性ウェットエッチングで形成された凹部12aに連続して異方性ドライエッチングを行うことにより、圧力発生室12を形成する。

【0077】この異方性ドライエッチングでは、第1の弾性膜51に到達するまでエッチングを行うが、異方性ドライエッチングは終点が定まり難く、圧力発生室12は第1の弾性膜51に沿ってその幅が広がって幅広部15が形成される。このとき、溝部16内に設けられたエッチングストップ層110が露出された時点で幅方向のエッチングが実質的に停止する。これにより圧力発生室12の弾性膜50側に、圧力発生室12の幅方向に広がった幅広部15を所定の幅で形成することができる。

【0078】なお、溝部16の深さは、圧力発生室12を異方性ドライエッチングにより形成した際に、弾性膜50側に設けられた幅広部15が溝部16内に設けられたエッチングストップ層110を越えて広がらない程度の深さ、0.5μm程度以上あれば良い。

【0079】これにより、圧力発生室12の垂直度のバラツキにより圧力発生室12の振動板側の位置が安定しなくても、エッチングストップ層110を設け、圧力発生室12の幅広部15の幅を規定することで、圧電素子300と圧力発生室12との相対的な位置のズレの許容量を大きくすることができる。

【0080】このように、本実施形態では、エッチングストップ層110に第1の弾性膜51と同一の材料、すなわち、第1の弾性膜51の一部を用いて、溝部16内に第1の弾性膜51が流路形成基板10の表面まで埋設されて第2の弾性膜52の表面が略平坦になるようにした。このため、圧電素子300の変形によって応力が集中することなく、弾性膜50が破壊されるのを防止することができる。

【0081】また、圧力発生室12の弾性膜50側を異方性ドライエッチングにより形成し、開口側を異方性ウェットエッチングにより形成することによって、圧電素子300へのダメージを確実に防止できる。なお、圧力発生室12は少なくとも弾性膜50側が異方性ドライエッチングにより形成されていればよく、例えば、圧力発生室12を異方性ドライエッチングのみで形成するようにしてもよい。

【0082】このような一連の膜形成及び異方性エッチングによって、一枚のウェハ上に多数のチップを同時に形成し、プロセス終了後、図1に示すような一つのチップサイズの流路形成基板10毎に分割する。そして、分割した流路形成基板10に、ノズルプレート20、インク室形成基板30及びインク室側板40を順次接着して一体化し、インクジェット式記録ヘッドとする。

【0083】(他の実施形態)以上、本発明の一実施形態を説明したが、インクジェット式記録ヘッド及びその製造方法の基本的構成は上述したものに限定されるものではない。

【0084】上述した実施形態1のインクジェット式記録ヘッドは、インクカートリッジ等と連通するインク流路を具備する記録ヘッドユニットの一部を構成して、インクジェット式記録装置に搭載される。図6は、そのインクジェット式記録装置の一例を示す概略図である。

【0085】図6に示すように、インクジェット式記録ヘッドを有する記録ヘッドユニット1A及び1Bは、インク供給手段を構成するカートリッジ2A及び2Bが着脱可能に設けられ、この記録ヘッドユニット1A及び1Bを搭載したキャリッジ3は、装置本体4に取り付けられたキャリッジ軸5に軸方向移動自在に設けられている。この記録ヘッドユニット1A及び1Bは、例えば、それぞれブラックインク組成物及びカラーインク組成物を吐出するものとしている。

【0086】そして、駆動モータ6の駆動力が図示しない複数の歯車およびタイミングベルト7を介してキャリッジ3に伝達されることで、記録ヘッドユニット1A及び1Bを搭載したキャリッジ3はキャリッジ軸5に沿って移動される。一方、装置本体4にはキャリッジ3に沿ってプラテン8が設けられている。このプラテン8は図示しない紙送りモータの駆動力により回転できるようにしており、給紙ローラなどにより給紙された紙等の記録媒体である記録シートSがプラテン8に巻き掛けられて搬送されるようになっている。

【0087】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によると、圧力発生室の振動板側には、幅広部を設け、流路形成基板に幅広部の幅方向両側の広がりを規制するエッチングストップ層を設けることにより、圧力発生室の振動板側の幅方向の幅をエッチングストップ層によって規定して圧力発生室を高精度に形成することができ、インク吐出特性及び安定性を向上することができる。また、このような圧力発生室の製造方法では、圧力発生室の少なくとも振動板側を異方性ドライエッチングにより形成することで、圧電素子にダメージを与えることなく、信頼性の向上した圧電素子を形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドの斜視図である。

【図2】本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドの断面図であり、(a)は圧力発生室の長手方向の断面図、(b)は(a)のA-A'断面図である。

【図3】本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドの製造方法を示す圧力発生室の並設方向の断面図である。

【図4】本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドの製造方法を示す圧力発生室の並設方向の断面図である。

【図5】本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドの製造方法を示す圧力発生室の並設方向の断面図である。

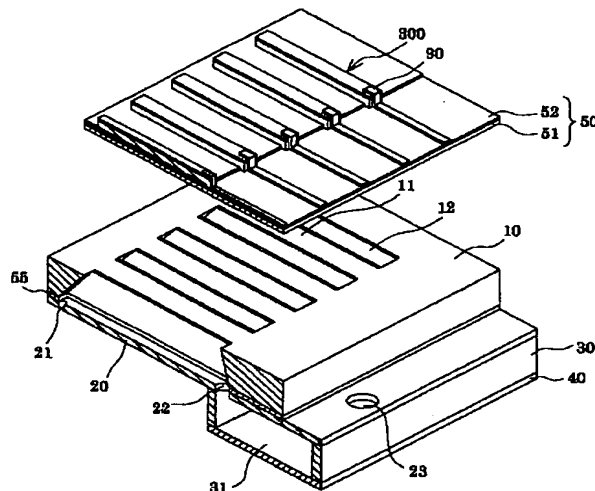
【図6】本発明の一実施形態に係るインクジェット式記録装置の概略図である。

【符号の説明】

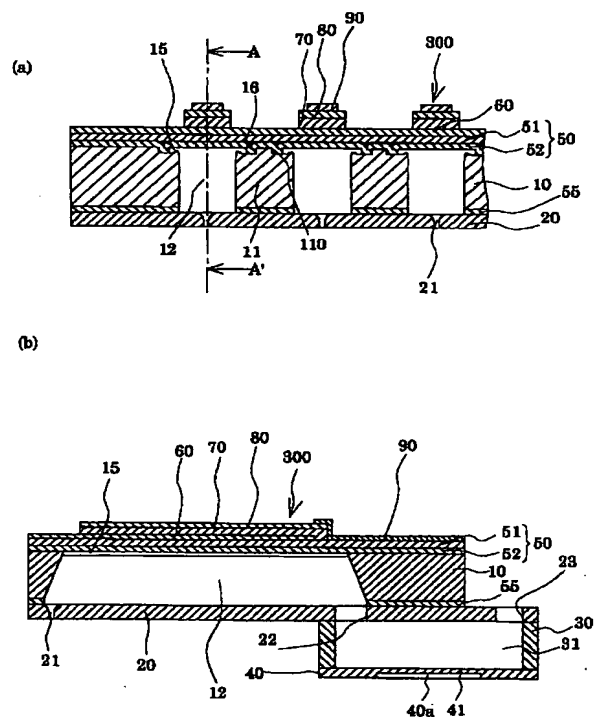
- 10 流路形成基板
- 11 隔壁
- 12 圧力発生室

- \* 15 幅広部
- 16 溝部
- 20 ノズルプレート
- 21 ノズル開口
- 22 インク供給口
- 23 インク導入口
- 30 共通インク室形成基板
- 31 共通インク室
- 40 インク室側板
- 50 弾性膜
- 51 第1の弾性膜
- 52 第2の弾性膜
- 55 保護膜
- 60 下電極膜
- 70 圧電体層
- 80 上電極膜
- 90 リード電極
- \* 110 エッチングストップ層

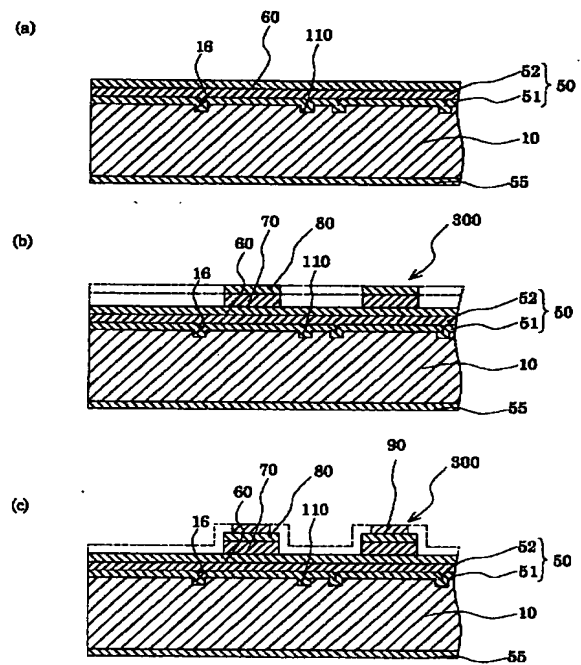
【図1】



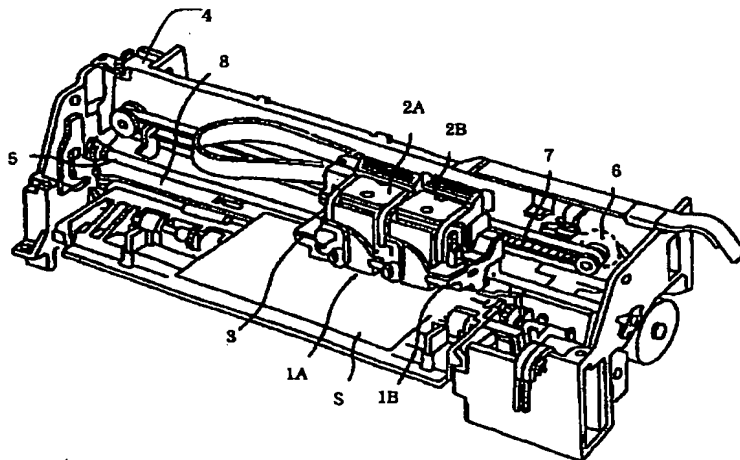
【図2】



【図4】



【図 6】



【図5】

